

Os impactes dos postes e linhas de alta tensão no ambiente construído: estudo de caso no município de Guimarães

Juliana Araújo Alves¹; Paula Remoaldo²; Lígia Torres Silva³

¹CTAC e Lab2PT, Universidade do Minho

Campus de Azurém, 4800-056 Guimarães, Portugal

²Lab2PT, Universidade do Minho

Campus de Azurém, 4800-056 Guimarães, Portugal

³CTAC, Universidade do Minho

Campus de Azurém, 4800-056 Guimarães, Portugal

¹jalves.geografia@gmail.com; ²premoaldo@geografia.uminho.pt; ³lsilva@civil.uminho.pt

Resumo

A presente pesquisa tem por objetivo avaliar os impactes do ruído emitido pelos postes e linhas de alta tensão no ambiente construído. A metodologia adotada compreendeu a medição de níveis sonoros, a realização de testes audiométricos e a aplicação de inquéritos à população residente. Para testar a metodologia desenvolvida foi realizado um estudo do tipo “expostos” e “não-expostos” em duas áreas predominantemente urbanas do município de Guimarães. A freguesia de Serzedelo foi classificada como “exposta” devido a elevada presença da fonte em estudo, enquanto a freguesia de Abação (São Tomé) foi classificada como “não-exposta”, por não ter registo da passagem destas infraestruturas. Os níveis sonoros registados em Serzedelo foram mais elevados, com uma diferença média de 4,3 dB, após a tentativa de isolamento da fonte a diferença média registada foi de 5,6 dB. Os testes audiométricos adaptados demonstraram que o grupo dos “expostos” é pouco sensível às baixas frequências. Em Serzedelo também foi registado um maior número de inquiridos com problemas de saúde, nomeadamente, com doenças cardiovasculares, depressões, doenças metabólicas e distúrbios do sono.

Introdução

Um número alargado de estudos desenvolvidos à escala internacional tem-se concentrado nos impactes dos postes e linhas de alta tensão no ambiente construído, embora a sua discussão quase sempre compreenda os impactes na saúde humana devido à exposição aos campos eletromagnéticos. No entanto, os impactes oriundos da presença destas infraestruturas no ambiente construído remetem também para a discussão da ocupação do solo, para o impacto visual gerado pela inserção dos postes na paisagem e ainda para a (des)valorização imobiliária e a poluição sonora. Não obstante, no que diz respeito a este último impacto, os estudos centrados nos impactes da exposição ao ruído emitido por esta fonte ainda são recentes (Alves *et al.*, 2015).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (O.M.S., 2011), a poluição sonora é a segunda maior forma de poluição ambiental, apenas superada pela poluição do ar. Na Europa, a poluição sonora é considerada como um problema ambiental e atinge mais da metade da sua população, *i.e.*, 54% correspondendo a 245 milhões de pessoas expostas a níveis de ruído acima de 55 dB, valor limite estabelecido pela O.M.S como prejudicial para a saúde (O.M.S., 2011; E.E.A., 2016).

Em 1996, a Direção Geral do Ambiente (D.G.A.) publicou o primeiro estudo sobre a exposição da população portuguesa ao ruído ambiental. Este documento considerou que mais de 60% da população portuguesa se encontrava exposta a níveis de ruído acima dos recomendados pela O.M.S.. Em 2015, Portugal foi o quarto país da União Europeia mais afetado com o ruído ambiental, antecedido pela Alemanha, Malta e Holanda (Eurostat, 2017). Essas estatísticas, na sua maioria, dizem respeito ao ruído ambiente proveniente do tráfego rodoviário.

Um número substantivo de autores destacou a relação do ruído com o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Babisch, 2000; Passchier-Vermee *et al.*, 2000; Lercher *et al.*, 2011; Stansfeld & Crombie, 2011; Belojevic *et al.*, 2011; Kempen, 2011), na agitação e na distração (Karpova *et al.*, 1970; Brown *et al.*, 1975; Job, 1993; Pawlaczyk-Łuszczynska *et al.*, 2003), em perturbações no sono (Ising *et al.*, 2002; Eysel-Gosepath *et al.*, 2012; Vianna *et al.*, 2015) e na hipertensão arterial (Bluhm *et al.*, 2007). Também têm sido registadas alterações de ordem emocional: agitação, distração, distúrbios psicológicos, tais como, a depressão, o *stress* e a irritabilidade (Karpova *et al.*, 1970; Brown *et al.*, 1975; Castelo-Branco & Lopez, 1999; Job, 1993; Pawlaczyk-Łuszczynska *et al.*, 2003; Eysel-Gosepath *et al.*, 2012). Um estudo recente publicado na revista *The Lancet* (Chen *et al.*, 2017) comprovou que os indivíduos que vivem a 50 metros de estradas com intenso tráfego de automóvel têm mais propensão para desenvolver demência do que os indivíduos que vivem a mais de 300 metros de distância deste tipo de estrada.

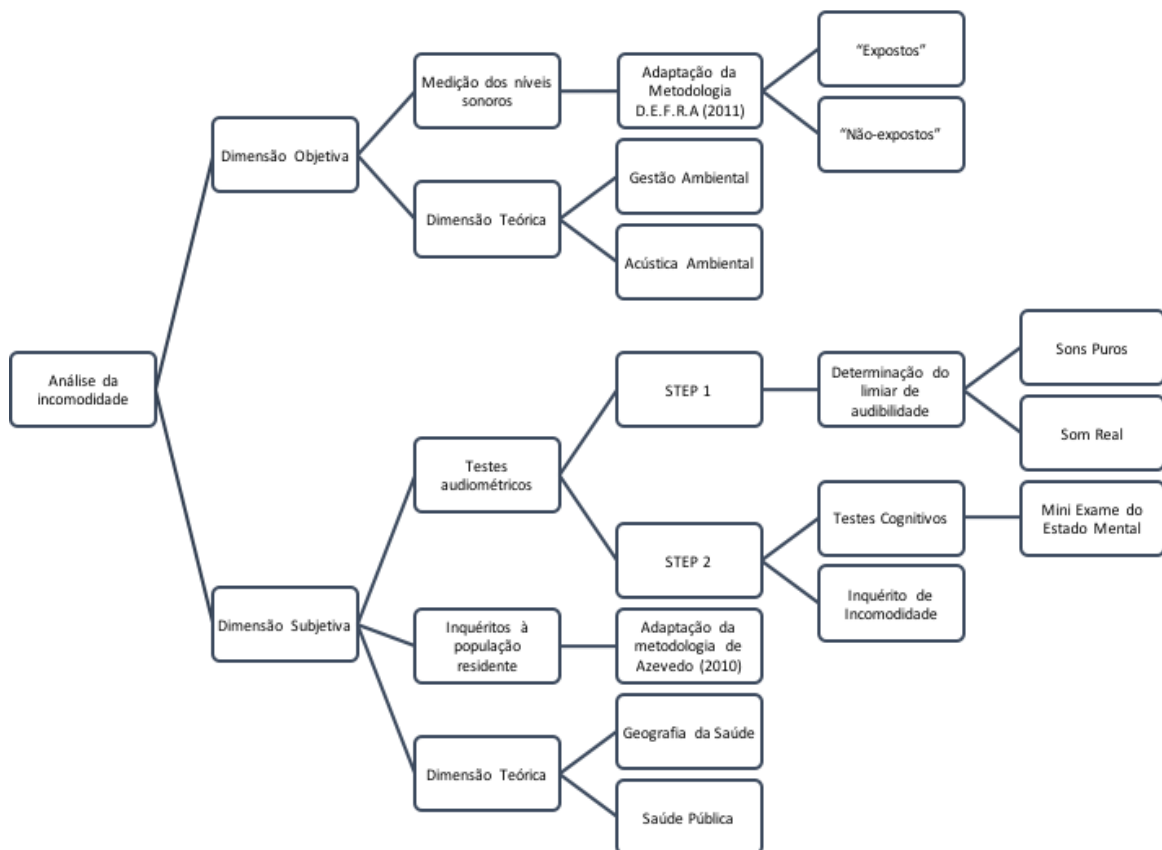
Neste sentido, a presente investigação centrou-se nos impactes da poluição sonora de baixa frequência em áreas com elevada presença de postes e linhas de alta tensão e foi desenvolvida entre 2014 e 2017. Para testar a metodologia desenvolvida foram selecionadas duas áreas predominantemente urbanas do município de Guimarães. A área “exposta”, que correspondeu à freguesia de Serzedelo, foi selecionada devido à elevada presença de postes e linhas de alta tensão, que ocupam mais de 80% da sua área. No que concerne à área “não-exposta”, a freguesia de Abação (São Tomé), foi selecionada por não ter registo da passagem das linhas de alta tensão.

O presente texto está estruturado em três secções. A primeira secção apresenta a metodologia empregue na presente investigação. Os resultados e a análise são apresentados na secção 3 e, por fim, a terceira secção apresenta as principais conclusões obtidas na investigação.

Metodologia

A metodologia empregue nesta investigação compreende uma conceção macroestrutural dividida em duas dimensões (Figura 1). A dimensão objetiva recorreu à metodologia DEFRA (2011) adaptada para o efeito, a medição dos níveis sonoros nas duas freguesias e a gravação do som muito próximo da fonte. A dimensão subjetiva correspondeu à realização de testes audiométricos adaptados e à aplicação de um inquérito à população residente.

Figura 1 – Conceção macroestrutural da investigação realizada



Fonte: Elaboração própria.

Dimensão objetiva

De entre os vários métodos utilizados para avaliar a incomodidade devido ao ruído de baixa frequência, destaca-se um procedimento desenvolvido pelo *Department for Environment, Food and Rural Affairs*, intitulado *Proposed criteria for the assessment of low frequency noise disturbance (NANR45)*, da Universidade de Salford (DEFRA, 2011).

Com base numa adaptação da metodologia DEFRA (2011), foram realizadas medições sumárias, entre Outubro e Dezembro de 2015, por períodos representativos de 15 minutos em 62 pontos, 32 destes pontos foram medidos na freguesia dos “expostos” e 30 na freguesia dos “não-expostos”. As medições na freguesia dos “expostos” foram realizadas num raio de até 200 metros de distância da fonte. Por seu turno, na freguesia dos “não-expostos” as medições foram realizadas a uma distância igual ou superior a 250 metros de distância da autoestrada A7. Os valores globais de L_{eq} (dB) foram comparados com a curva critério da metodologia DEFRA (2011). Recorreu-se ainda ao cálculo da percentagem de tempo, por banda de frequência excedida, em que $L_{10}-L_{90} \geq 4$ dB, para avaliação das características de flutuabilidade do ruído.

As medições foram realizadas com um sonómetro classe 1, em 1/3 de oitava, em Linear e para o intervalo de frequência entre 10Hz e 160Hz. A gravação do som foi realizada recorrendo ao mesmo sonómetro apoiado em tripé e distanciado de superfícies e obstáculos (> 3,5 m) e com duração de 15 minutos.

Dimensão subjetiva

A dimensão subjetiva compreendeu a realização de testes audiométricos adaptados (ISO 8253-1/2010) e a aplicação de inquéritos com a população “exposta” e “não-exposta”.

Os testes audiométricos foram assumidos como um complemento de análise para a dimensão objetiva, a medição dos níveis sonoros, e tiveram o objetivo de retirar a população do seu lugar habitual de residência e introduzir, dentro da cabine audiométrica, o mesmo estímulo acústico ao qual está exposta no seu dia-a-dia (no caso dos “expostos”). Os protocolos desenvolvidos para os testes audiométricos foram compostos por três etapas: a determinação do limiar de audição, a avaliação da incomodidade e a realização de testes cognitivos (Alves *et al.*, 2016).

Com base numa adaptação da ISO 8253-1/2010, foram realizados 8 testes com os “expostos” e 6 com os “não-expostos”, entre 2016 e 2017. Após várias tentativas por via telefónica, e ainda que a equipa se tenha oferecido para transportar os indivíduos convidados para participar nos testes audiométricos que ocorreriam na Universidade do Minho, foram poucos os que efetivamente aceitaram participar.

A dimensão subjetiva também compreendeu a aplicação de um inquérito à população residente. O inquérito utilizado encerrou 88 questões divididas em três eixos estruturantes: o comportamento humano, o ambiente e os aspetos genéticos. O tempo médio de aplicação de cada inquérito foi de 25 minutos e a amostra foi composta por 200 inquéritos, sendo que 100 foram aplicados na freguesia dos “expostos” e 100 na freguesia dos “não-expostos”, entre 2015 e 2016, e a base de dados foi criada no Programa SPSS.

Resultados

Dimensão objetiva

A análise dos níveis sonoros medidos compreendeu duas escalas de análise. A primeira correspondeu à análise dos níveis sonoros em Serzedelo e Abação (São Tomé), bem como, à análise das características de flutuabilidade do ruído (L_{10} e L_{90}). Foram registadas médias de ultrapassagem de 68,9 dB para os “expostos” e de 64,6 dB para os “não-expostos”, e a diferença da média de ultrapassagem registada foi de 4,3 dB. Também cabe destacar que, as taxas de tempo em que $L_{10}-L_{90} \geq 4$ dB tenderam a ser maiores para o grupo dos “expostos”, quando comparadas com o grupo dos “não-expostos”.

Devido à dificuldade de isolar a fonte em estudo, foi feita ainda uma análise sem interferência do tráfego automóvel e foi isolado um conjunto de pontos com registo nulo ou negligenciável do tráfego de veículos pesados. A média de ultrapassagem registada para os “expostos” foi de 55,7 dB e para os “não-expostos” foi de 50,1 dB, e a diferença da média de ultrapassagem registada foi de 5,6 dB.

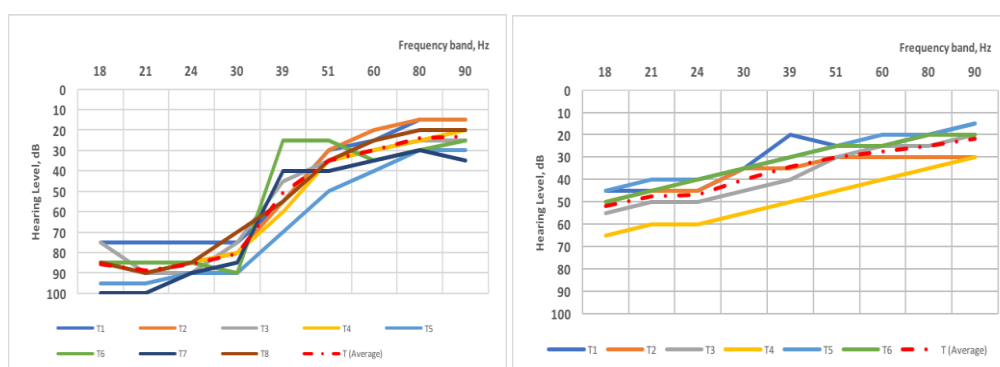
Dimensão subjetiva

Testes audiométricos adaptados

As diferenças registadas para o limiar de audibilidade para os sons puros e para o som gravado foram significativas, sendo registadas diferenças entre as médias do limiar de audibilidade do grupo dos “expostos” e dos “não-expostos” correspondendo a 33,9 dB

para a frequência de 18 Hz; a 41,2 dB para a frequência de 21 Hz; a 38,9 dB para a frequência de 24 Hz; a 40,6 dB para a frequência de 30 Hz; a 16,4 dB para a frequência de 39 Hz; a 5 dB para a frequência de 51 Hz; a 2,5 dB para a frequência de 60 Hz; a -1,3 dB para a frequência de 80 Hz; e a 1,4 dB para a frequência de 90 Hz (Figura 2). Para o som gravado, a média do limiar de audibilidade para os “expostos” foi de 51,3 dB e para os “não-expostos” foi de 24,1 dB. A diferença registada entre as médias correspondeu a 27,2 dB.

Figura 2 – Limiar de audibilidade para os sons puros para o grupo dos “expostos” e dos “não-expostos”



Fonte: Elaboração própria com base nos testes audiométricos realizados entre 2016 e 2017, em Serzedelo e em Abação (São Tomé).

Os resultados obtidos com os testes audiométricos para os sons puros e para o som gravado (Figura 2) corroboram com a afirmação de que o grupo dos “expostos” é pouco sensível às baixas frequências. Este grupo poderá ter desenvolvido uma espécie de “defesa psicológica”, ou seja, um mecanismo de resposta do corpo humano a um estímulo repetido, impossibilitando-os de perceber o estímulo numa intensidade sonora inicial e audível. Rapley *et al.* (2017) denominam este processo de *habituation*.

Inquéritos à população residente

Para esta análise, foram selecionadas algumas das variáveis contempladas no inquérito à população residente, que mais se relacionam com a morbilidade da população. A percentagem de inquiridos que apresentou algum problema de saúde foi mais elevada na freguesia dos “expostos”, onde 64% dos inquiridos reportou ter algum problema de saúde (maioritariamente, doenças cardiovasculares, depressões e distúrbios do sono). Na freguesia dos “não-expostos”, esta percentagem foi mais baixa, com 49% dos inquiridos a salientar ter algum problema de saúde.

Foi também na freguesia dos “expostos” que foram registados mais problemas de saúde entre os inquiridos com 50 e mais anos, com 51,0% dos inquiridos enquadrados nesta categoria, facto estatisticamente representativo nesta freguesia ($p < 0,001$) *versus* 30,0% em Abação (São Tomé – $p > 0,05$). A variável “tempo de residência” demonstrou ser importante para compreender o estado de saúde da população e para indicar o tempo de exposição de cada inquirido à fonte. Há também uma relação estatisticamente significativa entre os que residem a mais de 30 anos ou desde sempre na freguesia dos “expostos” e a presença de problemas de saúde ($p < 0,05$).

Tentou-se estabelecer uma relação entre residir próximo da fonte (postes e linhas de alta tensão) e a presença de problemas de saúde na freguesia dos “expostos”. No entanto, não existe uma relação estatisticamente significativa ($p > 0,05$). No caso da freguesia dos “não-expostos”, os resultados foram similares, ou seja, não há uma relação significativa em termos estatísticos entre residir próximo da autoestrada (A7) e a presença de problemas de saúde.

Numa investigação realizada em 2010 por uma equipa de investigadores da Universidade do Minho, para identificar os efeitos da exposição aos campos eletromagnéticos, foi identificado que, das 1.022 habitações presentes na freguesia de Serzedelo, apenas 98 habitações, estavam a uma distância igual ou superior a 250 metros dos postes e linhas de alta tensão. Isto implica que, apenas 9,6% das habitações desta freguesia obedecem ao princípio da precaução preconizado pela Organização Mundial de Saúde (Azevedo, 2010; Alves *et al.*, 2015).

Efetivamente, dois aspetos dificultam a tarefa de estabelecer um padrão espacial de distribuição das doenças nas duas freguesias em estudo. O primeiro relaciona-se com o facto de a amostra não representar a totalidade da população das duas freguesias. O segundo diz respeito ao reconhecimento de que o estado de saúde é um elemento complexo de análise, variável de indivíduo para indivíduo.

Conclusões

A média de ultrapassagem para Abação (São Tomé) foi de 50,1 dB, enquanto a média para Serzedelo foi de 55,7 dB. Após isolamento da fonte, foi possível constatar que os níveis sonoros de baixa frequência registados para Serzedelo foram mais elevados. Neste sentido, o aumento de 5,6 dB pode ser considerado significativo. Se a fonte avaliada se tratasse da mesma, poder-se-ia afirmar que a fonte mais que duplicou em Serzedelo, quando comparada com Abação (São Tomé). Na freguesia de Serzedelo foi registada a maior percentagem de inquiridos com problemas de saúde,

nomeadamente, com doenças cardiovasculares, depressões e distúrbios do sono. Também foi nesta freguesia que os voluntários apresentaram uma espécie de “defesa psicológica” ou *habituation* (Rapley *et al.*, 2017) ao ruído reproduzido no interior da cabine audiométrica.

Os estudos do tipo caso-controlo parecem ser os mais apropriados para a continuação deste tipo de investigação, embora exijam um trabalho de campo e um período de tempo mais extenso. Um dos aspetos que dificulta, em muito, a realização de investigações desta natureza deve-se ao facto de não existirem dados oficiais completos sobre as doenças e não ser possível a identificação das pessoas e da sua residência que tenham casos de doenças, informações que na sua grande maioria encontram-se sobre sigilo.

Referências

Alves, J. A.; Silva, L. T.; Remoaldo, P. C. *The influence of Low-frequency noise pollution on the quality of life and place in sustainable cities: a case study from Northern Portugal*. Sustainability 7(2015): 13920-13946; doi: 10.3390/su71013920

Alves, J. A.; Silva, L. T.; Remoaldo, P. C.; Arezes, P.; Neto Paiva, F. M. *Proposta Metodológica para Avaliação Audiométrica e da Incomodidade ao Ruído de Baixa Frequência*. Acta do 9º Iberian Congress and the 47th Spanish Congress on Acoustics TECNIACUSTICA® 2016, Porto – Portugal, (2016): 175-176.

European Environment Agency (EEA). *Environmental indicator report 2016 – In support to the monitoring of the 7 Environment Action Programme*. EEA report No30 (2016).

Eurostat. Noise from neighbours or from the street – EU-SILC Survey. Luxembourg (2017). Disponível em: <
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ilc_mddw01&lang=em>.

Rapley, B.; Alves-Pereira, M.; Bakker, H. (2017). *The inadequacy of the A-frequency weighting for the assessment of adverse effects on human populations*. 12th ICBEN Congress on Noise as a Public Health Problem. Zurich: 1-12.

World Health Organization (WHO). *Night noise guidelines for Europe*, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen (2009).

World Health Organization (WHO). *Burden of disease from environmental noise — Quantification of healthy life years lost in Europe*, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen (2011).

Biografia resumida dos autores

Juliana Araújo Alves

Doutoranda em Geografia pela Universidade do Minho. É atualmente vinculada aos centros de investigação Lab2PT (Laboratório de Paisagens, Património e Território) e C-TAC (Centro de Território, Ambiente e Construção) ambos da Universidade do Minho. As suas áreas principais de investigação são a Poluição sonora e a Qualidade de vida, a Incomodidade e o Ruído de Baixa Frequência, a Geografia da Saúde e o Planeamento Territorial e a Governança.

Paula Remoaldo

Paula Cristina Almeida Cadima Remoaldo é Professora Associada com Agregação de Geografia Humana do Departamento de Geografia do Instituto de Ciências Sociais da Universidade do Minho. É doutorada em Geografia Humana pela Universidade do Minho, com a colaboração da Universidade de Louvain-la-Neuve (Bélgica). É atualmente Diretora do Departamento em Geografia da Universidade do Minho e Coordenadora Adjunta do Grupo de Investigação SpaceR (Espaço e Representação) do Lab2PT (Laboratório de Paisagens, Património e Território) da mesma Universidade.

As suas áreas principais de investigação são o Turismo Cultural, o Desenvolvimento Regional e Local e a Geografia da Saúde.

É autora ou coautora de 84 artigos em revistas internacionais e nacionais, de 16 livros (seis internacionais) e de 45 capítulos de livro (35 em livros internacionais).

Lígia Torres Silva

Formação académica: Engenheira Química, Mestre em Tecnologias do Ambiente, Doutorada em Engenharia Civil. É Professora Auxiliar no Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da UMinho, onde iniciou as suas funções em 2002 como Docente e Investigador. A sua atividade de I&D é no domínio do Gestão Ambiental Urbana como Doutora do Centro de Território, Ambiente e Construção. É autora e co autora de mais de 50 artigos científicos em jornais científicos e congressos no âmbito da avaliação, modelação e controlo da qualidade do ambiente urbano. Coordenou o Plano Municipal de Redução de Ruído de Viana do Castelo, consultora sénior do SMARBraga (Sistema de Monitorização Ar, Ruído para a cidade de Braga) e é coordenadora do SMMART Vila Real- ar, ruído e transportes, sistema de monitorização de Vila Real. É membro do Working Group Ar e Ruído da Rede Europeia de Cidades Saudáveis e membro do Grupo de Especialistas da UN-Habitat City Prosperity Index da ONU. Desde 2015 é coordenadora das Unidades Operacionais Qualidade do Ar e Qualidade Acústica da Unidade de Missão da Candidatura de Guimarães a Capital Verde Europeia. Desde 2015 é membro da sub-comissão SC3 – Acústica Ambiental, para a normalização em acústica ambiental, em estreita ligação com o CEN e ISO. Desde 2017 é membro do International Geographical Union's Commission on Health and Environment - IGU CHE.